

di **Alberto Monti** - Tecnair LB

SALE CHIRURGICHE UN INNOVATIVO SOFFITTO UNIDIREZIONALE

L'ESIGENZA SEMPRE PIÙ SENTITA DI GARANTIRE ELEVATI LIVELLI DI ASETTICITÀ ALL'INTERNO DELLE SALE OPERATORIE PER INTERVENTI PULITI RICHIEDE UNA DISTRIBUZIONE DELL'ARIA CON FLUSSO UNIDIREZIONALE. RECENTEMENTE È STATO INTRODOTTO UN INNOVATIVO SOFFITTO FILTRANTE CARATTERIZZATO DA ELEVATE PRESTAZIONI

La tendenza dell'impiantistica per sale chirurgiche vede sempre più il diffondersi dell'utilizzo dei soffitti filtranti unidirezionali, comunemente definiti "soffitti laminari". Questo deriva dalla richiesta sempre più convinta di avere all'interno della sala un livello di qualità dell'aria ISO 5. In pratica, al posto del tradizionale lancio d'aria pulita che si mescola con quella interna e pian piano ne diluisce la contaminazione, con il flusso unidirezionale si crea un pistone di aria perfettamente sterile che dal soffitto scende a bassa velocità in modo da non creare alcuna turbolenza. Si è così certi che l'aria, almeno all'interno del nucleo asettico ove si trova il tavolo operatorio, sia virtualmente esente da ogni forma di particolato. I vantaggi di questa soluzione, rispetto alla distribuzione a misce-



Fig. 1 - Il nuovo soffitto filtrante si caratterizza per la forma ottagonale e per la presenza delle travi attrezzate sui cristalli di contenimento laterali, quattro per i collegamenti elettrici e quattro per i gas medicinali, del tutto indipendenti una dall'altra.

UN'OFFERTA INTEGRATA

Il nuovo soffitto filtrante è stato sviluppato da Tecnair LB, società del gruppo LU - VE Contardo. Leader nella costruzione di condizionatori di precisione per sale chirurgiche, Tecnair LB è in grado di fornire la garanzia dell'intero impianto, cioè del sistema di climatizzazione unito a quello di distribuzione dell'aria, assicurando così la massima sterilità dell'aria sul tavolo operatorio. Per la messa a punto del sistema è stato realizzata, all'interno dello stabilimento di Uboldo (VA), una completa sala chirurgica.

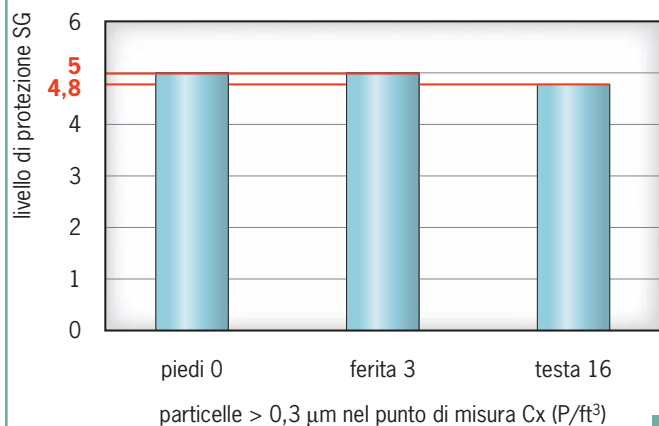
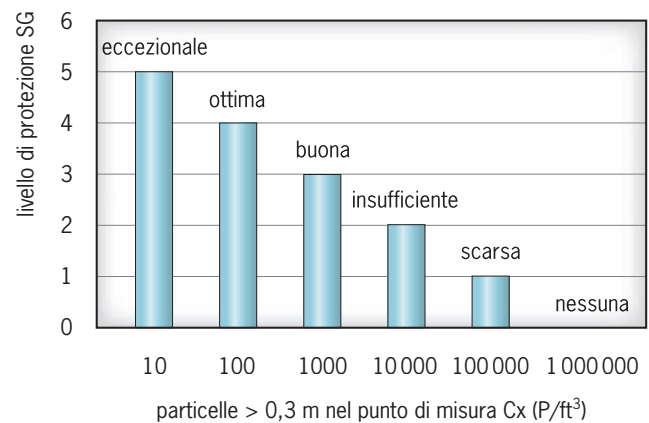
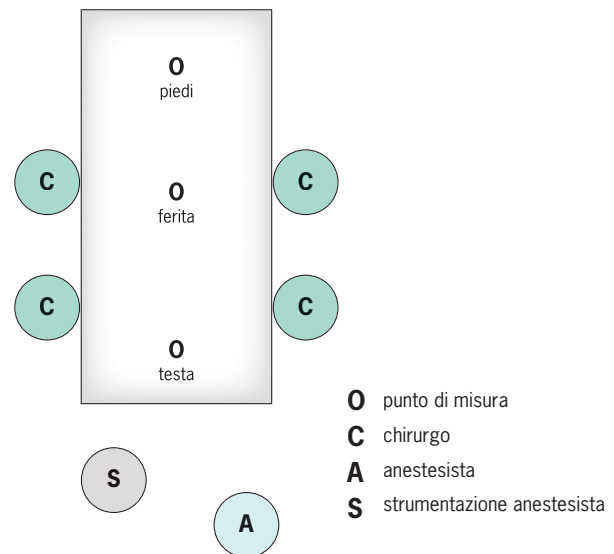
Il sistema soffitto unidirezionale "Air Ceiling" è stato certificato dal TUV (figura A) raggiungendo la classe di protezione 5 su piedi e ferita e 4.4 sulla testa, secondo le norme tedesche VDI (figura B). Le prove effettuate dall'Università di Lucerna hanno fornito valori ancora superiori, come illustrato in figura C. Terminata la fase di sperimentazione e industrializzazione, la Tecnair LB mette la sala a disposizione di clienti e consulenti per l'effettuazione di prove per la verifica dell'efficienza del sistema

Fig. A - Schema di prova secondo TUV

Fig. B - La norma tedesca VDI 2167 classifica l'effetto di protezione, ovvero la sterilità nella zona del tavolo operatorio, con valori compresi tra 0 e 5 in funzione della quantità di particelle con dimensioni superiori a 0,3 µm nel punto di misura

Fig. C - Livello di protezione rilevato nel corso delle prove effettuate dall'Università di Lucerna

lazione, sono molteplici. Innanzitutto vi è la certezza che il particolato, possibile vettore di contaminazione virologica o batterica, non possa arrivare a contatto con la ferita o con gli strumenti chirurgici, e quindi si assicura una maggiore protezione del paziente. Inoltre, al contrario di quanto avviene con il sistema di sovrappressione ambientale, prevista dalla impiantistica tradizionale e che dipende dalla chiusura delle porte, la sovrappressione dinamica del nucleo asettico, dovuta al flusso d'aria in movimento, è indipendente dalla chiusura delle porte e quindi garantisce l'assoluta certezza della continuità della protezione della ferita. Infine il flusso unidirezionale assicura la possibilità di un maggiore utilizzo della sala in quanto risulta molto più rapido il cosiddetto "recovery time" della sala, ovvero il periodo di tempo necessario dopo ogni operazione perché l'impianto di climatizzazione diluisca la contaminazione presente fino a rientrare nella classe di qualità dell'aria prevista. Il recovery time scende da circa 15 minuti per una sala con distribuzione aria turbolenta (ISO 7) a pochi secondi per quella con distribuzione unidirezionale (ISO 5).



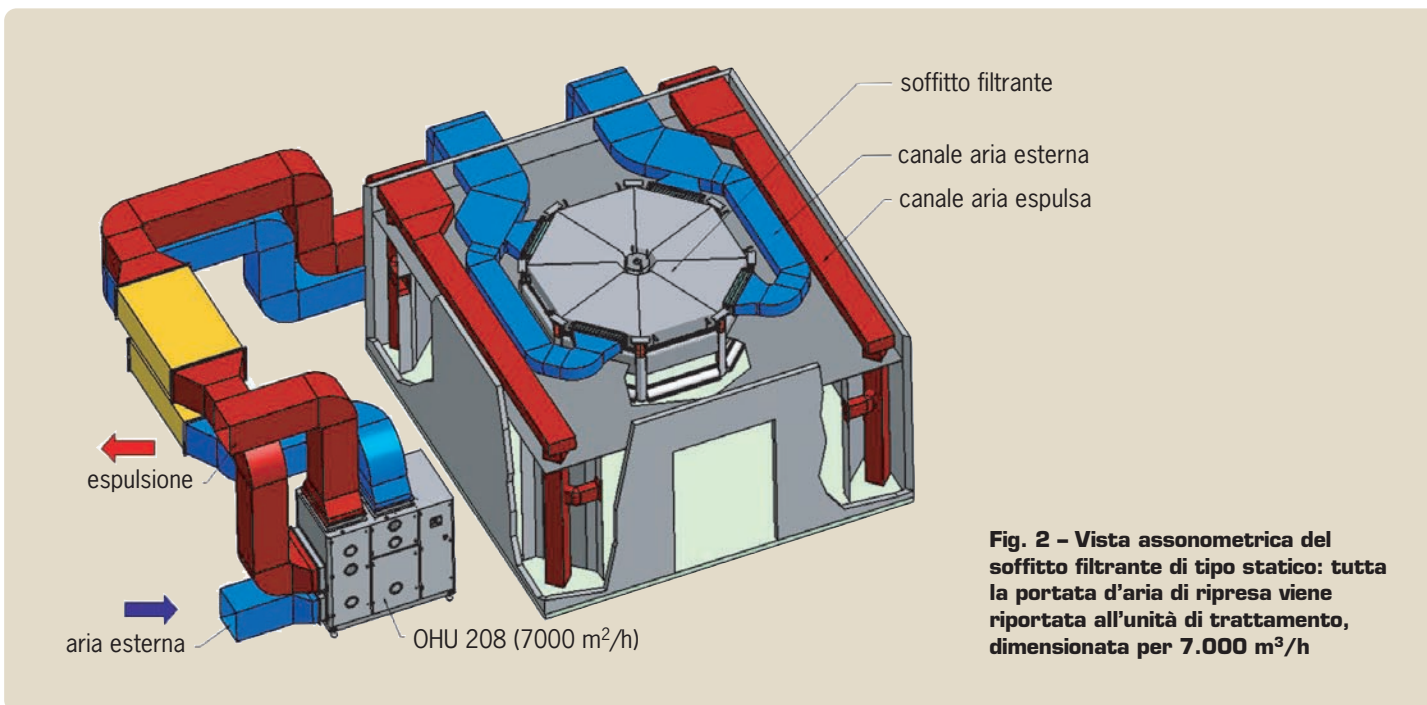


Fig. 2 - Vista assonometrica del soffitto filtrante di tipo statico: tutta la portata d'aria di ripresa viene riportata all'unità di trattamento, dimensionata per 7.000 m³/h

I parametri di progetto

I parametri principali per la progettazione di un sistema di distribuzione dell'aria in sala operatoria atto a garantire il raggiungimento delle due classi di qualità dell'aria sono quelli indicati nella tabella 1. Mentre la progettazione delle sale destinate alla chirurgia generica (classe ISO 7) può essere affrontata con i sistemi con distribuzione a flusso turbolento semplicemente utilizzando un'elevata portata d'aria (da 15 a 20 vol/h), per la chirurgia specialistica, ed in particolare per la chirurgia ortopedica (classe ISO 5), bisogna tener presente una serie di aspetti peculiari.

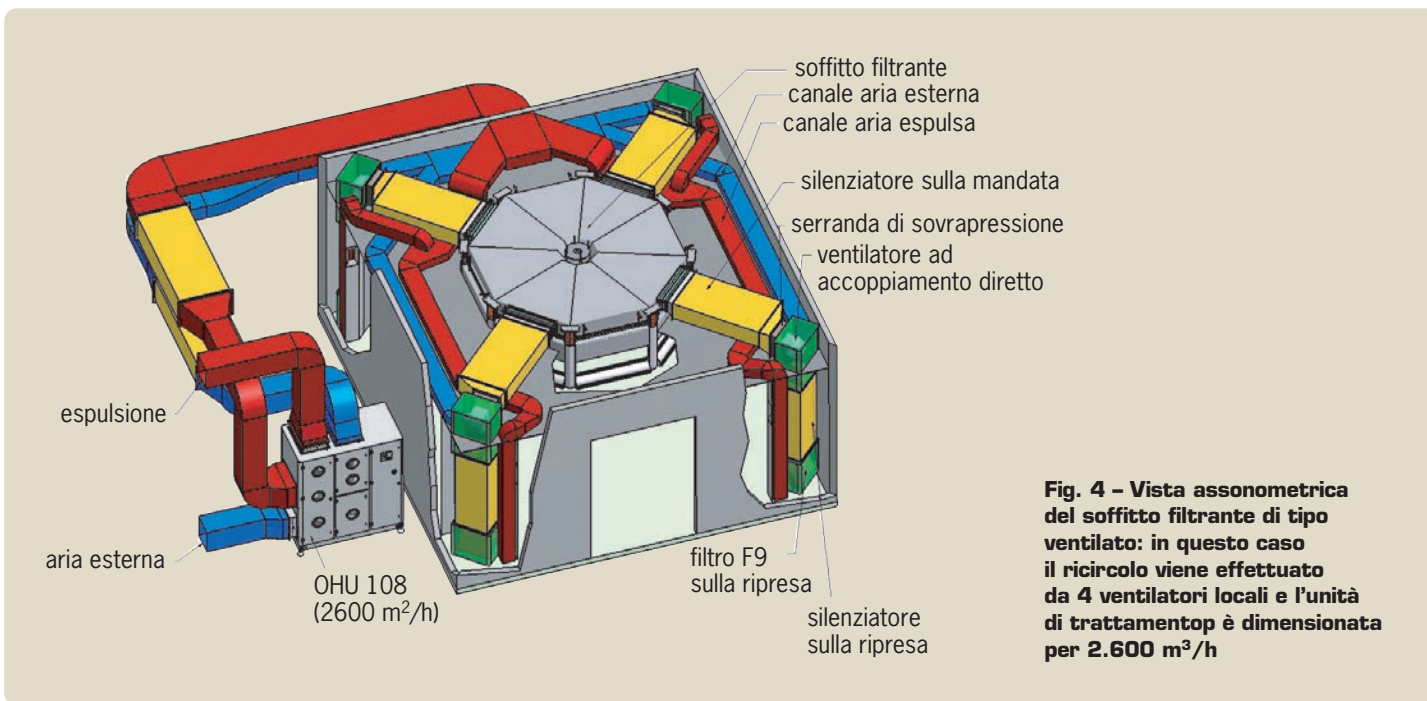
In primo luogo è indispensabile che l'aria segua un percorso unidirezionale. Ogni forma di turbolenza deve infatti essere accuratamente evitata per far sì che l'aria non porti contaminazione all'interno della zona più critica. Per ottenere questo tipo di flusso occorre che la velocità di lancio dal filtro terminale sia compresa tra 0,23 e 0,35 m/s. Al di sotto di questi valori non si ha certezza che il flusso sia unidirezionale, soprattutto durante il periodo invernale quando la temperatura dell'aria in mandata è molto vicina a quella della sala e l'aria tende a stratificare in alto. Una velocità e quin-

di una portata troppo bassa porterebbe inoltre, per via della necessità di abbattere il calore endogeno, ad una differenza di temperatura con la sala troppo elevata e quindi fastidiosa per la équipe chirurgica. Risulta inoltre fondamentale ridurre al minimo la zona ad elevata sterilità per ovvi motivi di risparmio energetico. Si delimita così il cosiddetto "nucleo asettico" ad una zona con dimensioni in pianta di 2,8 per 2,8 metri, all'interno della quale si trovano il letto operatorio, il chirurgo, la sua équipe e il tavolo porta strumenti. Questo nucleo asettico viene mantenuto in classe ISO 5, mentre al di fuori di esso è accettata la classe ISO 7. Per proteggere il nucleo asettico è indispensabile che il soffitto filtrante sia di dimensioni leggermente maggiori. La dimensione ottimale del soffitto filtrante deve quindi risultare di 3,2 per 3,2 metri. Il soffitto presenta quindi normalmente un'area netta di circa 10 m². Con una velocità di lancio di 0,25 m/s si ha una portata di almeno 2,5 m³/s pari a 9.000 m³/h. Dato che questa elevata portata non può essere di tutta aria esterna, è indispensabile ricorrere al ricircolo limitando la quantità di aria esterna, necessaria per diluire la contaminazione chimica da gas anestetici, al valore minimo richiesto dalle norme locali.

Tipologia sala operatoria	Richiesta di qualità dell'aria	Classe qualità aria	Ricambio aria necessario	Efficienza filtro terminale	Tipo di distribuzione aria
Chirurgia generica	Alto livello	ISO 7	15-20 vol/h*	H13	turbolento
Chirurgia specialistica	Altissimo livello	ISO 5	250 vol/h**	H14	unidirezionale

*riferito al volume della sala **riferito al nucleo asettico

Tabella 1 - Parametri di progetto per la distribuzione dell'aria in sala operatoria



I nuovi soffitti unidirezionali

I nuovi soffitti unidirezionali (figura 1) sono caratterizzati dai seguenti elementi peculiari:

- forma ottagonale con portata d'aria ridotta;
- filtri assoluti di forma trapezoidale;
- cristalli di contenimento con travi attrezzate.

Il soffitto a forma ottagonale è stato sviluppato allo scopo di contenere il costo di gestione che, in un impianto a flusso unidirezionale, è direttamente proporzionale alla portata di aria immessa, a sua volta proporzionale alla superficie del soffitto. Il soffitto ottagonale, anziché quadrato, permette di eliminare la protezione sugli spigoli ove essa non avrebbe alcuna valenza. La superficie del soffitto scende così di circa il 20% ed in proporzione scende anche la portata d'aria necessaria, fino a circa 7.000 m³/h (figura 2).

I filtri assoluti H14 di forma trapezoidale consentono, a parità di area filtrante, una superficie maggiore di circa il 20% rispetto ai tradizionali filtri rettangolari. Di conseguenza si riducono notevolmente la perdita di carico, la potenza assorbita dai ventilatori e il livello sonoro del sistema. I cristalli laterali di contenimento del flusso d'aria, che scendono fino a 2,1 metri di altezza (2 metri su richiesta), sono indispensabili per il contenimento del flusso ma impediscono l'installazione dei normali pensili per il chirurgo e per l'anestesista. È stata quindi prevista l'installazione, al filo inferiore dei cristalli, di otto travi orizzontali attrezzate, quattro per i collegamenti elettrici e quattro per i gas medicinali, del tutto indipendenti una dall'altra. Tutte le travi sono dotate di profilo per aggancio e scorrimento accessori e di due aste porta ripiani. Le travi spe-

cializzate per i gas hanno ciascuna due attacchi per l'ossigeno, due per il vuoto, uno per il protossido di azoto e due per l'aria compressa con i relativi manometri (figura 3). Le travi per l'energia elettrica hanno invece ciascuna otto prese elettriche singolarmente protette e con led per l'indicazione della presenza di tensione, due prese di terra, due prese per la trasmissione dei dati e il collegamento per la filodiffusione.

Statici o ventilati?

Le norme di vari paesi europei e le Linee Guida ISPEL relative alle sale operatorie consentono il ricircolo dell'aria per i sistemi a flusso

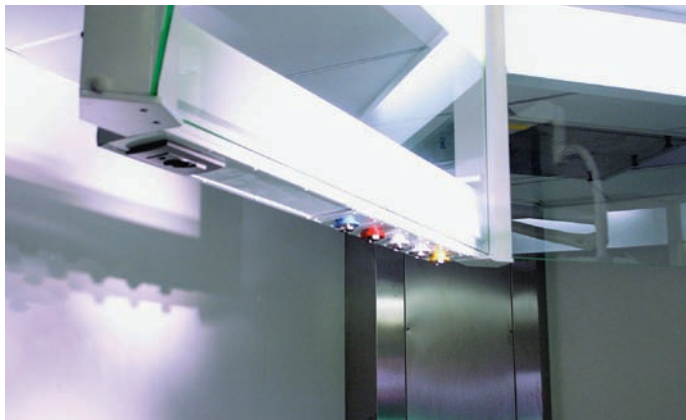


Fig. 3 - La trave attrezzata per i gas presenta due attacchi per l'ossigeno, due per il vuoto, uno per il protossido di azoto e due per l'aria compressa con i relativi manometri

CONDIZIONATORI AD HOC

In alternativa all'impiego di centrali di trattamento di tipo tradizionale con la sola aggiunta, spesso effettuata in cantiere, di alcuni accessori speciali, la Tecair LB ha progettato ed industrializzato una serie di condizionatori specifici per le sale chirurgiche. Le macchine sono fornite complete del sistema di regolazione automatica e di quadro elettrico e di regolazione a microprocessore con software specializzato per le operazioni chirurgiche. Sono disponibili nelle due versioni ad espansione diretta e con batteria ad acqua refrigerata e, a richiesta, possono essere dotate di sistema di recupero di calore a batterie accoppiate. Le macchine sono caratterizzate da una serie di particolarità costruttive che

garantiscono un'elevata sterilità dell'aria. La struttura metallica saldata è stuccata per garantire una perfetta tenuta all'aria e verniciata con resine epossidiche con 60 micron di spessore dopo sabbiatura e metallizzazione, per la resistenza agli agenti di sterilizzazione. I doppi pannelli con 50 mm di spessore sono dotati di oblò per la ispezione della macchina in funzione. Le batterie di scambio hanno le alette in alluminio protette da un film di resina epossidica che garantiscono la resistenza ai disinfettanti, mentre la bacinella per lo scarico delle condensa e le spalle delle batterie sono in acciaio inox. Tutti i componenti in flusso aria sono completamente estraibili frontalmente per una rapida pulizia e sterilizzazione, mentre le



serrande motorizzate su aria esterna ed espulsione consentono un perfetto isolamento della macchina in caso di fermata. Dal punto di vista funzionale, le macchine consentono la gestione di sovrappressione o depressione della sala chirurgica, rispettivamente in caso di operazioni asettiche oppure settiche. Questa funzione viene garantita dall'installazione di due ventilatori completamente separati per mandata e ripresa, dotati ognuno di un motore con inverter. È inoltre

possibile prevedere l'installazione di una serranda di by pass tra le due sezioni, contrapposta a quella di aspirazione dell'aria esterna, che consente, in alternativa al trattamento di tutta aria esterna, un parziale ricircolo dell'aria di ripresa. È infine prevista una funzione di stand-by notturno a sala inattiva mediante l'immissione di soli 5 vol/h di aria esterna e l'ampliamento della banda morta della regolazione per evitare inutili consumi energetici. I condizionatori sono progettati secondo le norme tedesche DIN 1946 parte 4 e la loro conformità è certificata e monitorata dal TUV. Per quanto riguarda le prove di tenuta essi sono classificati nella classe B, che è la più rigorosa, in accordo alla norma europea EN1866 relativa alla costruzione di centrali di trattamento dell'aria.

unidirezionale, purché vengano rispettate le seguenti condizioni:

- il ricircolo deve essere fatto nell'ambito di una singola sala, ovvero non è consentito miscelare l'aria di sale diverse;
- l'aria ricircolata deve subire un trattamento di filtrazione analogo a quello effettuato sull'aria esterna, con efficienza F9 per il secondo stadio e H14 per quello terminale;
- il livello sonoro rilevato al centro della sala non deve superare i 48 dB(A).

La soluzione più semplice sarebbe quella di ricircolare tutta la por-

tata d'aria ripresa dalla sala all'unità di trattamento e di utilizzare in sala un soffitto unidirezionale di tipo statico. Tuttavia questa soluzione, molto valida per le nuove realizzazioni, si scontra spesso con la realtà della maggior parte delle strutture ospedaliere che non dispongono, soprattutto per quanto riguarda le sale da ristrutturare, di spazi di dimensioni sufficienti per i canali. A titolo di esempio si evidenzia che per una portata di 7.000 m³/h i canali necessari (due per ogni sala, uno per la mandata e uno per la ripresa) hanno una dimensione di circa 800 x 500 mm ciascuno.

Per installazioni ove canali di tali dimensioni non siano compatibili, è possibile adottare il nuovo soffitto ottagonale nella versione ventilata che permette un efficiente ricircolo all'interno della sala stessa. La caratteristica innovativa è costituita dall'installazione di quattro ventilatori di ricircolo negli angoli superiori della sala, con canalizzazioni che ospitano il filtro sulla ripresa con efficienza F9 e due ampi silenziosi sulla mandata e sulla ripresa in grado di abbattere il livello sonoro di circa 20 dB(A). In questo modo è possibile ridurre notevolmente le dimensioni dei canali di mandata ed espulsione dato che la portata trattata dalla macchina (tutta esterna) è di soli 2.600 m³/h (figura 4). Aspirando l'aria a livello del pavimento, anziché a soffitto come avviene nella maggior parte dei soffitti ventilati presenti sul mercato, si evita infine di disturbare il flusso unidirezionale riducendone l'efficacia per la protezione del paziente (figura 5).

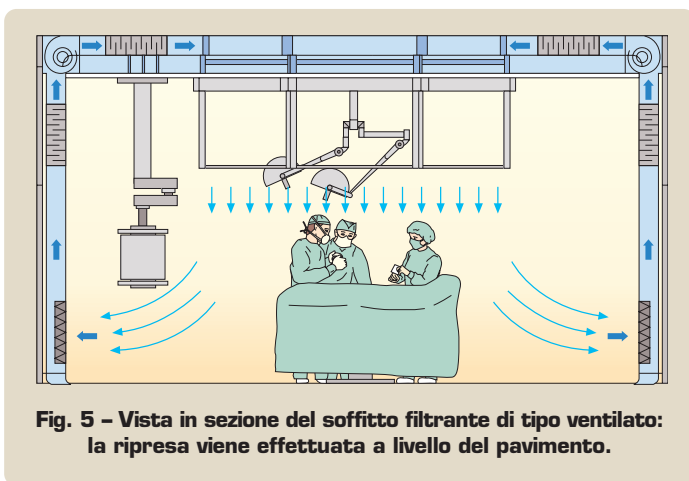


Fig. 5 - Vista in sezione del soffitto filtrante di tipo ventilato: la ripresa viene effettuata a livello del pavimento.